



BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約: フロー番号計算部(102)は、伝送するデータの packets を packet ヘッダごとに分類する。ストリームデータ判断部(106)は、フロー番号計算部(102)による分類結果に応じて、同じ packet ヘッダを有する packets の集合を packet 群として管理し、packet 群のビットレートに応じて、帯域を確保して伝送すべきか否かを判断する。そして、帯域要求コマンド生成部(107)は、ストリームデータ判断部(106)によって帯域を確保して伝送すべきであると判断された packet 群の帯域予約を帯域制御装置に要求する。したがって、アプリケーションから伝送条件の指定がない場合でも、自動的に帯域を予約してデータを伝送することが可能となる。

明 細 書

伝送装置

技術分野

- [0001] 本発明は、QoS (Quality of Service)を保証してデータをネットワーク上に伝送する技術に関し、特に、QoSを保証するネットワークの伝送路上を流れるパケットを監視し、帯域を確保して伝送すべきフローを見出して帯域制御装置に帯域要求を行なう伝送装置に関する。

背景技術

- [0002] 近年、無線LAN (Local Area Network)等のネットワークにおいて、リアルタイム性が要求されるストリーミングデータを他のデータと同時に伝送しようという試みがなされ、実現されるようになってきている。
- [0003] データはさまざまな性質を持っているため、それらが伝送される際に満たさなければならない伝送条件はデータによって異なる。例えば、WWW (World Wide Web)やファイル転送などでは多少の伝送遅延があってもかまわないが、絶対に誤りのないことが必要とされる。
- [0004] 一方、映像や音声などのストリーミングデータは、制限された遅延時間の範囲内において、一定量のデータを伝送し続けなければならないというリアルタイム性が要求される。データの再生 (受取り)までの遅延ができるだけ少ない方がよい。また、伝送エラーは少ないことが望ましいが、完全にエラーフリーであることが要求されるわけではない。
- [0005] このように伝送特性が異なるデータを統合してLAN上に伝送させる場合には、適切なQoS制御がなされていることが必要である。すなわち、リアルタイム性が要求されるストリーミングデータについては、専用の帯域を確保して通信品質が確保された通信路 (QoS通信路)で伝送する。これをインクロナス伝送という。それ以外のWWWやファイル転送などのデータは、残りの帯域を使って送信すればよい。これをアシンクロナス伝送という。
- [0006] このようなQoS制御を、データリンク層、媒体アクセスコントローラまたはMAC (

Media Access Control)層においてサポートするネットワークが出てきている。たとえば、IEEE(the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.)802. 11eは、無線LAN802. 11のMAC層を拡張したものであり、従来のMAC制御に加えてQoS制御をサポートしたものである。このIEEE802. 11eは、PC(Personal Computer)とAV(Audio Visual)機器間で共通に利用できるよう標準化が進められている。

- [0007] ところで、一般にQoSといっても、優先度ベースのQoS(Prioritized QoS)とパラメータベースのQoS(Parameterized QoS)とがある。優先度ベースのQoSは、送信するフレームを4〜8段階の優先度のカテゴリーに分け、カテゴリーごとに提供するサービスの品質に差をつけることによって、優先制御を提供するものである。IP上の多くのアプリケーションは、優先度ベースのQoSである。
- [0008] 一方、パラメータベースのQoSは、指定された帯域幅や遅延時間などのパラメータを保証して伝送するQoSである。AVのデータやIEEE1394のデータなどは、パラメータベースのQoSである。
- [0009] 優先度ベースのQoSとパラメータベースのQoSとは、どちらも同時にサポートすることが可能である。時間によって、自立分散制御(衝突を前提にしたアクセス制御方式)と集中制御(衝突を発生させないアクセス制御方式)とを切り替えることによって実現可能である。
- [0010] 非特許文献1に記載されているように、QoS制御をサポートするネットワークにおいては、以下に説明するような構成が一般的である。
- [0011] まず、ネットワーク上に1台の帯域制御装置が存在する。帯域制御装置とは、ネットワーク上の各端末から帯域予約要求を受取り、各端末に帯域を割当てて送信機会を与える局のことである。無線LANでは、この帯域制御装置を基地局(アクセスポイント)が担当することが多い。また、帯域制御装置のことをコーディネータとも呼ぶ。
- [0012] 帯域制御装置は、一定間隔で正確にビーコンを出し続け、ビーコン間隔時間を、非競合アクセス期間CFP(Contention Free Period)と、競合アクセス期間CP(Contention Period)とに分ける。
- [0013] 非競合アクセス期間においては、各端末が帯域制御装置から与えられた送信機会

のときにのみデータを送信するため、パケットの衝突は発生しない。帯域制御装置は、各端末に対し送信機会を与える情報を通知しなければならない。送信機会を与える方法は、基地局が端末に対し順にポーリングを発信して送信機会を通知する方法と、ビーコンにスケジューリング情報を持たせてネットワーク上の全端末にブロードキャストする方法とがある。パラメータベースのQoSデータは、帯域の使用権が確定されている非競合アクセス期間で伝送されなければならない。

- [0014] 一方、競合アクセス期間においては、送信したい端末が媒体の空き状況を見て(キャリアセンス)、一定時間空いていれば、そこからさらにランダムバックオフと呼ばれる時間だけ待って送信を行なう。2以上の端末が同じランダムバックオフを引いた場合、パケットの衝突が生じる可能性がある。パケットが衝突したと判断されれば、パケットを再送する。競合アクセス期間では、基地局や端末がそれぞれ自立分散的にパケットを送信する。このアクセス制御方式は、CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) と呼ばれる。優先度ベースのQoSデータは、競合アクセス期間で伝送することができる。優先度の高いデータほど、キャリアセンス後の待ち時間(フレーム送信間隔)を短くするなどの方法で、優先制御を実現している。
- [0015] 一般に、競合アクセス期間よりも非競合アクセス期間の方が媒体の使用効率はいよい。上述したアクセス方法の違いによるものである。以下、パラメータベースのQoSを中心に説明する。
- [0016] ネットワーク上の各端末は、帯域制御装置に対して帯域予約要求を出す。その際QoSパラメータを設定することができる。QoSパラメータとは、端末が送信したいデータごとに要求される伝送条件に関する情報のことであり、たとえばデータレートの平均値、データレートの最大値/最小値、許容される最大遅延時間、許容される遅延時間のジッタ(ゆらぎ)、フレームサイズの平均値などがある。
- [0017] たとえば、IEEE802. 11eにおいては、QoSパラメータがTSPEC (Traffic SPECification) というパラメータ群で定量的に表されている。QoSパラメータは、端末から設定することになっているが、誰がどのようにQoSパラメータを決定するかについては、IEEE802. 11eの仕様書には記載されていない。基本的には、それぞれのアプリケーションが必要とする伝送条件を指定することになる。MACマネジメント・エン

ティティは、アプリケーションからの伝送条件の指定を受取り、それを自ネットワークに適用できるQoSパラメータに変換してQoSを確保する。

- [0018] アプリケーションから伝送条件の指定がないと、すべてのデータは競合アクセス期間で送信されることになる。IP上のアプリケーションにおいては、映像や音声などのデータを扱うアプリケーションであっても、そのセッション開始時に伝送条件を指定せずに伝送を始めてしまうものが少なくない。現在の多くのIP上のアプリケーションは、パラメータベースのQoSを前提としないためである。その場合、QoSを確保しないで送信するため、映像や音声などのデータが、望ましい伝送品質を満たさずに送信されることになる。すなわち、QoSをサポートしたネットワークであっても、その機能が生かされないことになる。
- [0019] また、上述したように、競合アクセス期間よりも非競合アクセス期間の方が媒体の使用効率が良いので、可能ならば非競合アクセス期間を使って送信することが望ましい。非競合アクセス期間を積極的に使うことで、ネットワーク全体のスループットの向上につながるからである。
- [0020] そこで、アプリケーションから伝送条件の指定がない場合でも、何らかの機構、たとえばMACマネジメント・エンティティなどにおいて、自動的に最適なQoSパラメータを生成して、QoSを確保することができないかが検討されている。これに関連する技術として、特許文献1および2に開示された発明がある。
- [0021] 特許文献1に開示された帯域制御装置は、RTP (Realtime Transport Protocol) の開始フレームを検出し、RTPのセッションが開始されたことを認識し、RTPヘッダの情報から必要なQoSパラメータを抽出して、帯域要求を行なうものである。
- [0022] また、特許文献1は、トランスポート層プロトコル及びトランスポート層ポート番号毎のトラフィック量を測定し、その統計情報をメモリに記憶し、トラフィック量に比例した帯域を各プロトコルに割り当てるように要求する方法も開示している。
- [0023] 特許文献2に開示されたデータ伝送方法は、ストリームデータであるかどうかを検査し、ストリームデータと判断されればチャンネルを割り当ててデータを伝送し、ストリームデータではないと判断されれば、チャンネルを割り当てずに非同期伝送方式で伝送するというものである。

特許文献1:特開2002-247067号公報

特許文献2:特開2000-134278号公報

非特許文献1:802. 11高速無線LAN教科書(IDGジャパン出版、2003年、3月29日、pp. 66-122)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0024] しかし、データリンク層においてパラメータベースのQoS制御をサポートするネットワークがあっても、IP上のアプリケーションが、伝送条件の指定をせずに伝送を始めてしまうものが少なくないため、映像や音声などのデータを扱うアプリケーションにおいて、本来望ましい伝送品質を満たさないで伝送してしまうという問題点があった。また、伝送条件の指定をせずに伝送を始めてしまうので、すべてのデータは競合アクセス期間で送信されることになり、媒体の使用効率の低下につながるという問題点があった。
- [0025] また、特許文献1に記載されている方法は、RTPにしか適用できないという問題点がある。確かに、RTPは、リアルタイム性を持つアプリケーションに標準的に使用されるプロトコルであるが、IP上のアプリケーションの中にはRTPを使わないものもある。たとえば、Microsoft(登録商標)社のWindows(登録商標) Media Player(登録商標)が使用するプロトコルはTCPである。また、媒体の使用効率を向上させることを主眼におけば、リアルタイム性を持つアプリケーションだけでなく、ほぼ固定の帯域を持つ一般的なアプリケーションに対しても、帯域を予約してデータを伝送することが望ましい。また、一般的なアプリケーションに対応できる汎用的な構成であることも求められる。
- [0026] 特許文献1には、さらにトランスポート層プロトコルおよびトランスポート層ポート番号毎のトラフィック量を測定するという技術も開示されている。しかし、ストリーミングデータであることを判断する具体的な手法がないため、これだけでは有用といえない。
- [0027] また、特許文献2に開示されているデータ伝送方法においては、ストリーミングデータであることを判断する手法が開示されているが、可変ビットレートのアプリケーションにうまく対応できないという問題点がある。映像や音声を固定ビットレートで圧縮する

方式であるCBR(Constant Bit Rate)においては、帯域幅が長時間にわたって一定であるので、必要とされるデータレートを計算しやすい。トラフィック量を測定し、それに比例するデータレートを要求することは容易である。しかし、映像を可変ビットレートで圧縮する方式であるVBR(Variable Bit Rate)もあり、そのようなアプリケーションではデータレートが時間的に変動するので、ストリーミングデータであることを認識できない、または、データレートの平均を要求しても帯域制御装置はうまく対応できないという問題点がある。

[0028] 本発明は、上記問題点を解決するためになされたものであり、第1の目的は、アプリケーションから伝送条件の指定がない場合でも、自動的に帯域を予約してデータを伝送することが可能な伝送装置を提供することである。

[0029] 第2の目的は、なるべく非競合アクセス期間で送信して、媒体の使用効率を向上させることが可能な伝送装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0030] 本発明のある局面に従えば、所定の品質を確保して通信を行なう伝送装置であって、伝送するデータの packets を packet ヘッダごとに分類する分類部と、分類部による分類結果に応じて、同じ packet ヘッダを有する packets の集合を packet 群として管理し、packet 群のビットレートに応じて、帯域を確保して伝送すべきか否かを判断する判断部と、判断部によって帯域を確保して伝送すべきであると判断された packet 群の帯域予約を帯域制御装置に要求する要求部とを含む。

[0031] 好ましくは、判断部は、packet 群の所定の単位時間あたりのビットレートを測定する測定部と、測定部による測定結果から直前の所定のデータ数を対象としてビットレートのばらつきを表すパラメータを計算する計算部と、計算部によって計算されたパラメータが予め設定された値以下ならば、当該 packet 群を帯域を確保して伝送すべき packet 群であると判断する packet 判断部とを含む。

[0032] さらに好ましくは、計算部は、計算したパラメータが予め設定された値より大きい場合、計算の対象とするデータ数を増やして、当該パラメータを再計算し、packet 判断部は、再計算されたパラメータの値が予め設定された値以下ならば、当該 packet 群を帯域を確保して伝送すべき packet 群であると判断する。

- [0033] さらに好ましくは、計算部は、対象とするデータ数を順次増やしながら、当該パラメータが予め設定された値以下になるか、対象とするデータ数が予め決められた最大となるまで、当該パラメータの計算を繰り返す。
- [0034] 本発明の別の局面に従えば、所定の品質を確保して通信を行なう伝送装置であって、伝送するデータの packets を packet ヘッダごとに分類する分類部と、分類部による分類結果に応じて、同じ packet ヘッダを有する packets の集合を packet 群として管理し、packet 群の帯域を確保して伝送すべきか否かを判断する判断部と、packet 群の帯域予約を帯域制御装置に要求する要求部とを含み、判断部は、特定の帯域で packet 群を送信したときに必要となるバッファ容量を計算し、計算を帯域を変えて行ない、必要とする帯域と必要となるバッファ容量との関係を導出し、この関係から帯域を確保して伝送すべき packet 群であるか否かを判定する。
- [0035] 好ましくは、判断部は、要求する帯域ごとに必要となるバッファ容量の最大値を抽出し、要求する帯域と必要となるバッファ容量の最大値との関係を表わすグラフが所定領域内にあるか否かによって帯域を確保して伝送すべき packet 群であるか否かを判定する。
- [0036] さらに好ましくは、判断部は、所定領域内にある帯域を要求部に要求させ、所定領域内にあるバッファ容量の最大値を確保するようバッファ部に要求する。
- [0037] さらに好ましくは、判断部は、帯域を確保するために必要なコストとバッファ容量のコストとに基づいて、トータルのコストが最小となるように要求すべき帯域と確保すべきバッファ容量とを決定する。
- [0038] 好ましくは、判断部が、一度帯域を確保して伝送すべきと判断した packet 群が所定の時間観測されず、もはや帯域を確保する必要がないと判断した場合、要求部は、当該 packet 群のために確保している帯域を解放することを帯域制御装置に要求する。
- [0039] 好ましくは、判断部が、一度帯域を確保して伝送すべきと判断した packet 群のビットレートの特性に所定の基準以上の変化があった場合、要求部は、当該 packet 群のために確保している帯域のビットレートを最新の値に変更することを帯域制御装置に要求する。

- [0040] 好ましくは、判断部が、一度帯域を確保して伝送すべきと判断したパケット群のビットレートの特性に所定の基準以上の変化があった場合、要求部は、当該パケット群のために確保している帯域を解放することを帯域制御装置に要求する。

発明の効果

- [0041] 本発明のある局面によれば、判断部が、分類部による分類結果に応じて、同じパケットヘッダを有するパケットの集合をパケット群として管理し、パケット群のビットレートに応じて、帯域を確保して伝送すべきか否かを判断するので、アプリケーションから伝送条件の指定がない場合でも、自動的に帯域を予約してデータを伝送することが可能となった。
- [0042] また、パケット判断部は、計算部によって計算されたパラメータが予め設定された値以下ならば、当該パケット群を帯域を確保して伝送すべきパケット群であると判断するので、帯域を確保して伝送すべきか否かを容易に判定することが可能となった。
- [0043] また、計算部は、計算したパラメータが予め設定された値より大きい場合、計算の対象とするデータ数を増やして、当該パラメータを再計算するので、帯域を確保して伝送すべきか否かの判定をより厳密に行なうことが可能となった。
- [0044] また、計算部は、対象とするデータ数を順次増やししながら、当該パラメータが予め設定された値以下になるか、対象とするデータ数が予め決められた最大となるまで、当該パラメータの計算を繰返すので、帯域を確保して伝送すべきか否かの判定をより厳密に行なうことが可能となった。
- [0045] 本発明の別の局面によれば、判断部が、異なる帯域要求を要求部に行なわせながら、そのときに必要となるバッファ容量を測定し、要求する帯域と必要となるバッファ容量との関係から帯域を確保して伝送すべきパケット群であるか否かを判定するので、アプリケーションから伝送条件の指定がない場合でも、自動的に帯域を予約してデータを伝送することが可能となった。
- [0046] また、判断部は、要求する帯域ごとに必要となるバッファ容量の最大値を抽出し、要求する帯域と必要となるバッファ容量の最大値との関係を表わすグラフが所定領域内にあるか否かによって帯域を確保して伝送すべきパケット群であるか否かを判定するので、帯域を確保して伝送すべきか否かを容易に判定することが可能となった。

[0047] また、判断部は、所定領域内にある帯域を要求部に要求させ、所定領域内にあるバッファ容量の最大値を確保するようバッファ部に要求するので、媒体の特性やシステムの実装に応じて帯域要求およびバッファ容量の確保を行なうことが可能となった。

[0048] また、判断部は、帯域を確保するために必要なコストとバッファ容量のコストとに基づいて、トータルのコストが最小となるように要求すべき帯域と確保すべきバッファ容量とを決定するので、媒体の特性やシステムの実装に応じて最適な帯域要求およびバッファ容量の確保を行なうことが可能となった。

図面の簡単な説明

[0049] [図1]本発明の第1の実施の形態における伝送装置の概略構成を示すブロック図である。

[図2]パケットヘッダの一例であるIPパケットのヘッダを示す図である。

[図3A]ヘッダの各バイトを順次加算してハッシュコードを算出する処理を示す図である。

[図3B]ハッシュコードの下位8ビットを抽出してフロー番号を算出する処理を示す図である。

[図4]フロー番号別のポインタ配列を示す図である。

[図5]ポインタの参照先に情報が記録されるセル構造の一例を示す図である。

[図6]フロー番号計算部102の処理手順を説明するためのフローチャートである。

[図7]パケット情報記憶部103に記憶されるセルの情報を、一定周期でパケット情報記憶部の履歴104にコピーする処理の手順を説明するためのフローチャートである。

[図8]セルの削除を説明するための図である。

[図9]パケット情報記憶部の履歴104の内容の一例を示す図である。

[図10]ストリームデータ判断部106をさらに詳細に説明するためのブロック図である。

[図11A]フロー別の統計量の計算結果の一例を示す図である。

[図11B]フロー別の統計量の計算結果の他の一例を示す図である。

[図12]端末1と帯域制御装置2との間で、帯域要求コマンドの発行と受付が行われる様子を示す図である。

[図13]パケット分類器ルール記憶部108に保存されるルールの一例を示す図である。

[図14A]本発明の第1の実施の形態における伝送装置を含んだネットワークシステムの構成例を示す図である。

[図14B]本発明の第1の実施の形態における伝送装置を含んだネットワークシステムの他の構成例を示す図である。

[図15]一般的な帯域制御装置2の帯域割当方法を示す図である。

[図16]ビットレートの変動をVBR用バッファ110で吸収する場合の概念を説明するための図である。

[図17]ビットレートが変動する場合のフローの一例を示す図である。

[図18]単位時間あたりに出て行くデータのバイト数を指定して、バッファにどれだけのデータが残るかを計算する方法を説明するための図である。

[図19]バッファに残るデータのバイト数の変化を示す図である。

[図20]要求する帯域と必要なバッファの容量との関係を示す図である。

[図21]トレードオフ曲線上の最適な点の抽出方法の一例を示す図である。

符号の説明

- [0050] 1 伝送装置、2 帯域制御装置、3 LAN、4、5 他のネットワーク、6 ネットワーク、101 サブレイヤ、102 フロー番号計算部、103 フロー番号別パケット情報記憶部、104 パケット情報記憶部、105 タイマー、106 ストリームデータ判断部、107 帯域要求コマンド生成部、108 パケット分類器ルール記憶部、109 パケット分類器、110 VBR用バッファ、121 媒体アクセスコントローラ、131、201 MACマネジメント・エンティティ、141 ビットレート測定部、142 パラメータ計算部、143 パケット判断部。

発明を実施するための最良の形態

[0051] (第1の実施の形態)

図1は、本発明の第1の実施の形態における伝送装置の概略構成を示すブロック図である。この伝送装置1は、アプリケーションからのパケットまたは異なるネットワークからのパケットを受け、伝送装置1全体の制御を行なうサブレイヤ101と、無線などの

媒体を介してデータの送受信を行なう媒体アクセスコントローラ121と、MACマネジメント・エンティティ131とを含む。

- [0052] 媒体アクセスコントローラ121は、ビーコンの送受信、媒体の空き状況を見ながらのデータの送受信、ポーリング応答、ACKの生成、再送制御など、データ処理に関する制御を行なう。
- [0053] MACマネジメント・エンティティ131は、帯域制御装置に対する帯域要求コマンドの発行、帯域制御装置からの応答処理、媒体固有IDの管理など、MACマネジメントに関する制御を行なう。
- [0054] 媒体アクセスコントローラ121とMACマネジメント・エンティティ131とを合わせて、MAC層の機能を実現している。これらによって、SAP(Service Access Point)と呼ばれるインタフェースが上位層に提供される。
- [0055] 媒体アクセスコントローラ121は、同期データ伝送用のMD_ISO(MAC Data Isochronous)と非同期データ伝送用のMD_ASYNC(MAC Data Asynchronous)を提供する。MACマネジメント・エンティティ131は、MAC層管理用のMM(MAC Management)を提供する。媒体アクセスコントローラ121やMACマネジメント・エンティティ131は、IEEE802.11eなどの規格に基づくものとする。
- [0056] サブレイヤ101は、媒体アクセスコントローラ121およびMACマネジメント・エンティティ131の上位に設けられ、フロー番号計算部102と、フロー番号別パケット情報記憶部103と、パケット情報記憶部の履歴104と、タイマー105と、ストリームデータ判断部106と、帯域要求コマンド生成部107と、パケット分類器ルール記憶部108と、パケット分類器109と、VBR用バッファ110とを含む。なお、VBR用バッファ110は、本実施の形態においては使用されない。
- [0057] フロー番号計算部102は、アプリケーションからのパケットまたは異なるネットワークからのパケットを受け、パケットヘッダを抽出する。
- [0058] 図2は、パケットヘッダの一例であるIPパケットのヘッダを示す図である。IPパケットのヘッダは、宛先MACアドレスと、送信元MACアドレスと、Typeフィールドと、Versionフィールドと、TOS(IPレベルの優先情報)フィールドと、Protocolフィールドと、送信元IPアドレスと、宛先IPアドレスと、送信元ポート番号と、宛先ポート番号とを含む。

む。

- [0059] 本実施の形態においては、IPパケット以外のパケットは無視するものとする。また、プロトコルはUDPまたはTCPを対象とするので、それ以外のパケットも無視する。アプリケーションごとのフローを監視したいので、UDP/TCPのポート番号も含めるものとする。
- [0060] パケットヘッダは、アプリケーションを特定できるまでのフィールドを含めることが望ましいが、必ずしも図2の通りでなくてもよい。簡易的にEthernet(登録商標)のアドレスのみを対象としてもよいし、パケットをさらに分析して、たとえばIEEE802.1Dで規定されているプライオリティ値、IEEE802.1Qで規定されているVLAN(Virtual LAN)フィールドなどを含めてもよい。アプリケーションからのパケットまたは異なるネットワークからのパケットの種類に応じて、対象とするパケットヘッダを適切に設定する。
- [0061] フロー番号計算部102は、パケットヘッダをバイト列としてハッシュコードを計算する。ハッシュコードとは、データから一意に計算される固定長の値である。ハッシュコードを比較することによって、パケットの識別を高速化できる。
- [0062] 図3Aおよび図3Bは、ハッシュコードの計算方法の一例を示す図である。図3Aは、ヘッダの各バイトを順次加算してハッシュコードを算出する処理を示している。また、図3Bは、図3Aに示す処理によって計算されたハッシュコードの下位8ビットを抽出してフロー番号を算出する処理を示している。
- [0063] 図3Aに示す処理によって得られたハッシュコードは32ビットであるので、その下位8ビットを取り出し、それをフロー識別番号とする。パケットは、フロー識別番号別に0〜255に分類される。このフロー識別番号はパケットヘッダの縮約形と考えてよい。フロー識別番号が異なるパケットは異なるパケットヘッダを持つと言えるが、その逆は正しくない。すなわち、パケットヘッダが異なるパケットでも同一のフロー識別番号を持つことがある。
- [0064] 図4は、フロー番号別のポインタ配列を示す図である。フロー番号計算部102は、フロー識別番号別に256個のポインタを有している。ポインタの初期値はすべてnullである。ポインタの参照先がnullであれば、そのフロー識別番号に対応するパケットが到着していないことを示す。ポインタの参照先がnullでなければ、そのフロー識別番

号に対応するパケットが到着していることを示す。

- [0065] ポインタの参照先には、後述するようにパケットヘッダなどの情報が記録される。これらの情報は、セルの単位で管理される。たとえば、図4においてはフロー識別番号0に対応するパケットは到着していない。また、フロー識別番号1に対応するパケットは1種類だけ到着しており、その情報がセル(A)に記録されている。また、フロー識別番号196に対応するパケットは2種類到着しており、それぞれの情報がセル(C)およびセル(D)に記録されている。
- [0066] 図5は、ポインタの参照先に情報が記録されるセル構造の一例を示す図である。このセル構造は、パケットヘッダと、先頭パケット到着時刻と、最終パケット到着時刻と、合計パケット長と、パケット数と、次ポインタとを含む。次ポインタを含めるのは、異なるパケットヘッダを有するパケットが、同一のフロー識別番号を有する場合でも、次ポインタをたどっていくことで、異なるパケットヘッダのパケットを区別して処理できるようにするためである。次ポインタの初期値は、nullである。次ポインタがnullであれば、同じフロー識別番号で異なるパケットヘッダを持つパケットが存在しないことを示す。次ポインタがnullでなければ、同じフロー識別番号で異なるパケットヘッダを持つパケットが他にも存在することを示す。なお、合計パケット長、パケット数の初期値は0である。
- [0067] 図6は、フロー番号計算部102の処理手順を説明するためのフローチャートである。パケットが到着すると、フロー番号計算部102は、まず図3Aおよび図3Bに示す処理を用いて、パケットヘッダからフロー識別番号を計算する(S101)。そして、pにフロー識別番号別のポインタを代入する(S102)。
- [0068] 次に、フロー番号計算部102は、pがnullであるか否か判断する(S103)。pがnullであれば(S103, Yes)、新しいセルを1つ用意して、フロー識別番号別のポインタまたはセルの次ポインタ(S109から来た処理の場合)にそのセルのアドレスを記録する(S104)。そして、セルに、到着したパケットのパケットヘッダ、先頭パケット到着時刻、合計パケット長を記録し、パケット数に1を代入して(S105)、処理を終了する。
- [0069] また、フロー番号計算部102は、pがnullでなければ(S103, No)、pが参照しているセルの情報を取得し(S106)、到着したパケットのパケットヘッダと、セルのパケット

ヘッダとが一致するか否かを判断する(S107)。パケットヘッダが一致していれば(S107, Yes)、そのセルに最終パケット到着時刻および合計パケット長を記録し、パケット数をインクリメントして(S108)、処理を終了する。

[0070] また、パケットヘッダが一致していなければ(S107, No)、pにセルの次ポインタを代入し(S109)、ステップS103に戻る。

[0071] 図7は、パケット情報記憶部103に記憶されるセルの情報を、一定周期でパケット情報記憶部の履歴104にコピーする処理の手順を説明するためのフローチャートである。この処理は、タイマー105が所定時間を計時する毎にパケット情報記憶部103によって実行されるものとする。

[0072] まず、パケット情報記憶部103は、変数iに0を代入し(S201)、pにフロー番号iのポインタを代入する(S202)。そして、pがnullであるか否かを判断する(S203)。

[0073] pがnullであれば(S203, Yes)、変数iをインクリメントし、インクリメントした値が256未満ならば(S204, Yes)、ステップS202へ戻って以降の処理を繰り返す。また、インクリメントした値が256以上であれば(S204, No)、処理を終了する。

[0074] pがnullでなければ(S203, No)、pが参照しているセルの情報を抽出し(S205)、参照しているセルのパケットが一定時間来ていないか否かを判断する(S206)。パケットが一定時間来ていないか否かは、最終パケット到着時刻と現在時刻から判断する。パケットが一定時間来ていなければ(S206, Yes)、当該セルを削除する(S207)。

[0075] 図8は、セルの削除を説明するための図である。フロー番号41に対応するセルはセル(B)のみであるので、セル(B)を削除する場合はフロー番号41のポインタをnullとする。また、フロー番号196に対応するセルはセル(C)およびセル(D)であるので、セル(C)を削除する場合はフロー番号196のポインタ参照先をセル(D)に設定する。このように、削除されたセルを参照している(フロー番号別のポインタなど)ポインタ参照先を削除されたセルの次ポインタに設定する。最終パケット到着時刻が一定時間以上更新されていないければ、該当するフローはなくなったものとして、そのセルを削除する。削除されたセルは、後に再利用される。

[0076] パケットが一定時間以内に来ていれば(S206, No)、参照しているセルの内容をパケット情報記憶部の履歴104へコピーする(S208)。パケット情報記憶部の履歴1

04にはすべてのフローについて、ビットレートを長く保存するのに十分な量のメモリがあるものとする。

[0077] 次に、パケット情報記憶部103は、セル内の合計パケット長とパケット数をクリアし(S209)、pにセルの次ポインタを代入し(S210)、S203に戻って以降の処理を繰返す。

[0078] 図9は、パケット情報記憶部の履歴104の内容の一例を示す図である。本実施の形態においては、直前のデータ4000ms分を計算の対象とする。図9に記載されているのはその一部である。F3, F4は、パケットヘッダ別に分類されたフローを示しており、単位時間(20ms)当りの合計パケット長(バイト数)が順次記憶される。なお、タイマー105で起動される間隔は、MACのビーコン周期に合わせている。

[0079] 図10は、ストリームデータ判断部106をさらに詳細に説明するためのブロック図である。ストリームデータ判断部106は、ビットレート測定部141と、パラメータ計算部142と、パケット判断部143とを含む。

[0080] ビットレート測定部141は、パケット情報記憶部の履歴104から直近の所定のデータ数(単位時間当りの合計パケット長)を読み出すことにより、単位時間あたりのビットレートを測定する。パラメータ計算部142は、ビットレート測定部141によって測定された単位時間あたりのビットレートから統計量(パラメータ)を計算する。統計量には、式(1)～(3)に示すように平均値 $m(x)$ 、標準偏差 $\sigma(x)$ 、標準偏差を平均で割った変動係数 v が含まれる。変動係数 v は、母集団の平均値の大小にかかわらず、相対的な標準偏差になることが知られている。流量のばらつきを見るには、流量の大小に依存しない変動係数を用いるのがよい。変動係数 v が小さいほどばらつきは少なく、変動係数 v が大きいほどばらつきが大きいことを示している。

[0081] [数1]

$$m(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad \dots (1)$$

$$\sigma(x) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - m(x))^2} \quad \dots (2)$$

$$v = \frac{\sigma(x)}{m(x)} \quad \dots (3)$$

- [0082] パケット判断部143は、変動係数が設定された値以下ならば、そのフローがストリームデータであると判断する。たとえば、変動係数が0.3以下ならばストリームデータであると判断する。変動係数と比較するしきい値は、パラメータとして設定できるようにしておく。
- [0083] また、変動係数が予め設定された値より大きい場合、ビットレート測定部141は、パケット情報記憶部の履歴104から取り出すデータ数(単位時間当りの合計パケット長)を増やして、変動係数を再計算するようにしてもよい。
- [0084] また、変動係数が予め設定された値より大きい場合、ビットレート測定部141は、パケット情報記憶部の履歴104から取り出すデータ数(単位時間当りの合計パケット長)を順次増やしなが、変動係数の計算を繰返してもよい。この場合、取り出すデータ数が予め定められた最大となるまで計算を繰返し、変動係数が予め設定された値以下とならなければ、そのフローがストリームデータではないと判断する。
- [0085] 図11Aおよび図11Bは、フロー別の統計量の計算結果の一例を示す図である。図11Aに示すF3のフローは変動係数が1を超えておりばらつきが大きい。したがって、F3はストリームデータではないと判断される。また、図11Bに示すF4のフローは変動係数が約0.2であり、ばらつきが少ないことがわかる。したがって、F4はストリームデータであると判断される。
- [0086] パラメータ計算部142は、最大値／平均値も計算するようにしてもよい。この値は、ピークレートが平均値からどれだけ乖離しているかを示す。ピークレートが一時的に非常に大きくなると、帯域を確保してもうまく伝送できない。そのため、最大値／平均値を計算して、その値があまり大きくないことを確認する。
- [0087] パケット判断部143は、フローがストリームデータであると判断すれば、QoSパラメ

ータを決定して、帯域要求コマンド生成部107にそれを通知する。

- [0088] 帯域要求コマンド生成部107は、MACマネジメント・エンティティ131を介して、帯域制御装置に帯域要求コマンドを発行する。その際、要求するQoSパラメータを指定することができる。QoSパラメータには、要求する帯域の最小値／平均値／最大値、フレームサイズの平均値、最大遅延時間、ジッタなどを指定する。ここでは、以下のように指定する。
- [0089] 要求する帯域の最小値は、測定したビットレートの平均値とするか、よりロバストな代表値である中央値(メディアン)や最頻値(モード)とする。また、要求する帯域の平均値は、測定したビットレートの平均値をベースに、標準偏差 σ に比例した分を加える。すなわち、 $(\text{average} + k1 * \sigma)$ とする。
- [0090] また、要求する帯域の最大値は、測定したビットレートの最大値とするか、測定したビットレートの平均値をベースに、標準偏差 σ に比例した分を加える。すなわち、 $(\text{average} + k2 * \sigma)$ とする。なお、 $k1 < k2$ とする。要求する帯域の計算方法は一例であって、他の統計量を組み合わせて計算してもよい。フレームサイズの平均値は、測定したパケット合計長をパケット数で割ることにより計算する。
- [0091] 許容される最大遅延時間および許容される遅延時間のジッタ(ゆらぎ)については、パケットの種類が特定できない限り設定することはできない。本実施の形態においては、オプションで以下のような処理を行なう。
- [0092] パケットの種類がAVストリームならば最大遅延時間300ms、VoIPならば最大遅延時間10ms、オーディオストリームならば最大遅延時間100msといったように予め最大遅延時間を決めておく。もし、RTPパケットであることがわかれば、RTPのペイロードタイプを見てパケットの種類を知ることができる。
- [0093] RTPパケットであるかどうかは、RTPのヘッダの規則性を見て判定することができる。RTPのペイロードタイプとアプリケーションのマッピングはRFC1890で規定されている。たとえば、ペイロードタイプ=0ならば、タイプの定義はITU-T G. 711であり、パケットの種類はVoIPであることがわかる。パケットの種類がわかれば、決めうちの最大遅延時間を設定することは可能である。
- [0094] また、RTPパケットでなくても、パケットの到着間隔やパケット長などからパケットの

種類を推定することもできる。たとえば、パケットの到着間隔が20ms、パケット長が200バイト程度で固定されているときは、VoIPであると推定できる。このように、パケットのプロトコルが識別できる場合や、パケットの到着間隔からパケットの種類を推定して、決めうちの最大遅延時間を設定することができる。しかし、常にパケットの種類を特定できるわけではなく、パケットの種類が特定できなければ、最大遅延時間やジッタのパラメータは設定しない。

- [0095] 図12は、端末1と帯域制御装置2との間で、帯域要求コマンドの発行と受付が行われる様子を示す図である。帯域要求コマンド生成部107は、QoSパラメータを指定し、MACマネジメント・エンティティ131を介して、帯域制御装置2に帯域要求コマンドを発行する。
- [0096] 帯域制御装置2は、MACマネジメント・エンティティ201を介して帯域要求コマンドを受けると、現在の帯域の割当状態を見て、新しい帯域要求コマンドが受け入れ可能であるか否かを判断する。受け入れ可能か否かは、MACマネジメント・エンティティ131へ通知される。この時、帯域制御装置2からストリームIDが通知される。受け入れ可能であれば、MACマネジメント・エンティティ131は、帯域要求コマンド生成部107へその旨通知する。
- [0097] 帯域要求コマンド生成部107は、MACマネジメント・エンティティ131から受入可能である旨、およびストリームIDを受けると、パケット分類器ルール記憶部108に、パケットヘッダとストリームIDとの組を保存する。
- [0098] 図13は、パケット分類器ルール記憶部108に保存されるルールの一例を示す図である。パケットヘッダとストリームIDとの組は、パケット分類器記憶部108に最低限保存される。より汎用的に、優先度やバッファ容量を保存するようにしてもよい。これらはオプションである。優先度は、ルールが適用される順番に影響を与える。また、バッファ容量は、そのフローが必要としているVBR用バッファ110の容量を示す。
- [0099] パケット分類器ルール記憶部108に保存されるルールは、帯域要求コマンド生成部107が保存するもの以外に、サブレイヤ101の中で暗黙的に作成されるようにしてもよいし、より上位の層から明示的に指定できるようにしてもよい。
- [0100] パケット分類器109は、パケット分類器ルール記憶部108に保存されているルール

に基づきパケットを分類する。パケット分類器109は、パケットが到着するごとに、パケット分類器ルール記憶部108に保存されているルールを順に適用して、パケットヘッダがルールの条件に合致すれば、そのパケットがストリームデータであると判断する。

[0101] パケットがストリームデータであれば、パケット分類器109は、MD_ISOを介してデータを伝送する(イソクロナス伝送)。また、ストリームデータでなければ、パケット分類器109は、MD_ASYNCを介してデータを伝送する(アシンクロナス伝送)。

[0102] また、パケット分類器109は、パケット分類器ルール記憶部108にストリームIDが格納されているので、パケットヘッダの先頭などにストリームIDを追加する処理を行なうようにしてもよい。パケットヘッダにストリームIDが追加されれば、媒体アクセスコントローラ121は、そのストリームIDを見ることにより簡単にパケットを分類することができるため、媒体アクセスコントローラ121の回路構成を簡単にすることができる。さもなければ、媒体アクセスコントローラ121は、再度パケットヘッダを見てパケットの分類を行なわなければならない。

[0103] ストリームデータ判断部106は、フローがなくなったことを検出すると、帯域要求コマンド生成部107に帯域解放要求コマンドを発行するように通知する。フローがなくなったか否かは、フロー番号別パケット情報記憶部103から情報が来なくなったことで判断する。

[0104] 帯域要求コマンド生成部107は、MACマネジメント・エンティティ131を介して帯域制御装置2に帯域解放要求コマンドを発行する。帯域制御装置2は帯域解放要求コマンドを受け付け、解放された帯域のストリームIDをMACマネジメント・エンティティ131へ通知する。帯域要求コマンド生成部107は解放された帯域のストリームIDを受けると、パケット分類器ルール記憶部108に保存されているパケットヘッダとストリームIDとの組を削除する。

[0105] 図14Aおよび図14Bは、本発明の第1の実施の形態における伝送装置を含んだネットワークシステムの構成例を示す図である。図14Aは、無線LANのインフラストラクチャモードで一般的な構成である。本実施の形態における伝送装置は端末A〜Cに含まれ、LAN3に接続される、無線LANのアクセスポイントが帯域制御装置2を担当することが多い。

- [0106] また、図14Bは、本実施の形態における伝送装置が、無線LANのアドホックモードまたは他のネットワーク4および5のブリッジとして使われるような構成である。ネットワーク6に接続された端末Aおよび端末Bのいずれか1台が帯域制御装置2になる。ネットワーク上に帯域制御装置2は1台だけ存在する。帯域制御装置2は、予め決まっていることもあるし、動的に決まることもある。
- [0107] 本実施の形態においては、QoSをサポートしたネットワークを対象としており、ネットワークの媒体が無線であれば、IEEE802.11e、UWB(Ultra Wide Band)、Hi-SWAN、ワイヤレス1394などである。また、有線であれば、ツイストペアケーブル、電力線、同軸、光ファイバーなどの媒体で、かつQoSをサポートしたネットワークである。
- [0108] 図15は、一般的な帯域制御装置2の帯域割当方法を示す図である。帯域制御装置2は、ビーコンを一定間隔で正確に発信する。ビーコン間隔時間は、媒体や実装によって異なるが、一般的に5msから100ms程度である。帯域制御装置2は、ビーコン間隔を非競合アクセス期間と競合アクセス期間とに分ける。帯域を確保して伝送するデータは、非競合アクセス期間で伝送される。
- [0109] 図15においては、非競合アクセス期間でフローA、フローBおよびフローCが伝送される。非競合アクセス期間では、各端末が送信するタイミングが決められており、衝突は発生しない。競合アクセス期間では、上述したように送信したい端末がキャリアセンスをしてランダムバックオフの時間だけ待って送信する方式であるため、2以上の端末でランダムバックオフの時間が一致すれば衝突が発生する可能性がある。
- [0110] 以上説明したように、本実施の形態における伝送装置によれば、ストリームデータ判断部106が、フローがストリームデータであると判断した場合、実測したビットレートなどからQoSパラメータを生成し、帯域要求コマンド生成部107に帯域要求コマンドを発行させるようにしたので、アプリケーションから伝送条件の指定がない場合でも、自動的に最適なQoSパラメータを生成して帯域を予約することが可能となった。
- [0111] また、ストリームデータ判断部106によってフローがストリームデータであると判断された場合、非競合アクセス期間にデータが伝送されるようになり、媒体の使用効率を向上させることが可能となった。

- [0112] また、ストリームデータのようなリアルタイム性が要求されるアプリケーションだけでなく、固定の帯域を持つ一般的なアプリケーションに対しても、帯域を予約して伝送できるように、さらに媒体の使用効率を向上させることが可能となった。
- [0113] (第2の実施の形態)
本発明の第1の実施の形態において説明した伝送装置は、固定ビットレートのアプリケーションに対して有効であるが、可変ビットレートのアプリケーションに対して有効でない場合もある。本発明の第2の実施の形態における伝送装置は、可変ビットレートのアプリケーションに対して適用できるようにしたものである。
- [0114] 本発明の第2の実施の形態における伝送装置は、第1の実施の形態における伝送装置と比較して、VBR用バッファ110を追加した点およびストリームデータ判断部106の機能が異なる点のみが異なる。したがって、重複する構成および機能の詳細な説明は繰返さない。なお、本実施の形態におけるストリームデータ判断部の参照符号を106'として説明する。
- [0115] 図16は、ビットレートの変動をVBR用バッファ110で吸収する場合の概念を説明するための図である。図16に示すように、サブレイヤ101に入力されるアプリケーションからのパケットまたは伝送路上のパケットのビットレートが時間的に変動しても、パケット分類器110が伝送路に流れるビットレートに適当な上限を指定してパケットの伝送を制御することにより、VBR用バッファ110でビットレートの変動を吸収する。ビットレートが一時的に上昇しても、伝送しきれないパケットがVBR用バッファ110に蓄積されるので、伝送路に流れるビットレートを調整することができる。
- [0116] 図17は、ビットレートが変動する場合のフローの一例を示す図である。第1の実施の形態において説明した方法で変動係数を計算すると、変動係数が1を超えてしまい、ストリームデータと判断されない。
- [0117] ストリームデータ判断部106'は、第1の実施の形態で説明したようなばらつき具合を計算するのではなく、VBR用バッファ110でビットレートの変動を吸収することを前提に、要求する帯域と必要なバッファ容量との関係を求める。すなわち、要求する帯域をいくらにすれば、必要なバッファ容量がいくらになるかをシミュレートする。
- [0118] まず、ストリームデータ判断部106'は、直近の指定された時間分(たとえば、1000

ms間)の packets 合計長の平均 (average) を求める。次に、単位時間あたりに出て行くバイト数 (cout) を仮決定して、必要なバッファ容量がいくらになるかを計算する。単位時間あたりに出て行くバイト数は、packets 合計長の平均より少し大きな値とする ($c_{out} = average \times \alpha$ 、 $\alpha > 1.0$)。

[0119] 図18は、単位時間あたりに出て行くデータのバイト数を指定して、バッファにどれだけのデータ (バイト数) が残るかを計算する方法を説明するための図である。図18に記載されているのは一部である。図18において、timeは、ある時点からの経過時間を示し、20ms間隔となっている。inは、単位時間あたりにバッファに入るデータのバイト数 (A_n) を示す。outは、単位時間あたりにバッファから出て行くデータのバイト数 (B_n) を示す。bufferは、バッファに残るデータのバイト数 (C_n) を示す。

[0120] 単位時間あたりに入力されるデータのバイト数 (実際の測定結果) を A_n 、単位時間あたりに出て行くデータのバイト数を B_n 、バッファに残るデータのバイト数を C_n とすると、 B_n および C_n は次式によって求められる。なお、添え字 n は、単位時間の経過カウンタを示す。

[0121] [数2]

$$B_n = \text{MIN} (C_{n-1} + A_n, c_{out}) \quad \dots (4)$$

[0122] [数3]

$$C_n = C_{n-1} + A_n - B_n \quad (C_0 = 0) \quad \dots (5)$$

[0123] average は A_n の平均である。cout を average より少し大きな値に仮決定して B_n 、 C_n を計算する。

[0124] 図19は、バッファに残るデータのバイト数 (C_n) の変化を示す図である。図19を見ると、バッファに残るデータのバイト数は、ある範囲内に収まっていることがわかる。必要なバッファ容量は、バッファに残るデータのバイト数の最大値 (max_buffer) で判断する。

[0125] 図19においては、average = 2588 である。cout = 2630 と仮決定して計算すると、 $c_{out} / \text{average} = 1.016258$ 、max_buffer = 15215、 $\text{max_buffer} / \text{average} = 5.879228$ となる。

- [0126] ストリームデータ判断部106'は、単位時間あたりに出て行くバイト数(cout)を変化させて、上述した計算を繰返す。すなわち、単位時間あたりに出て行くバイト数(帯域制御装置に要求する帯域)を順次変化させることにより、バッファに残るデータのバイト数の最大値(必要なバッファの容量)がどのように変化するかを調べる。
- [0127] 図20は、要求する帯域と必要なバッファの容量との関係を示す図である。図20から、要求する帯域と必要なバッファの容量とが、トレードオフの関係にあることがわかる。図20は、 $\alpha (= \text{cout} / \text{average})$ を1.01から1.40まで0.01刻みで変化させたときの $\beta (\text{max_buffer} / \text{average})$ の値を示している。 $\text{cout} / \text{average}$ と $\text{max_buffer} / \text{average}$ との関係は、ほぼ反比例の関係にあることがわかる。シミュレーションの結果、このようなトレードオフの関係はさまざまなフローについて成り立つことがわかった。
- [0128] $\text{cout} / \text{average}$ と $\text{max_buffer} / \text{average}$ とは、ほぼ反比例の関係にあるので、上述した計算を何度も行なう必要はない。たとえば、 α のある2点だけを計算して、その他は補間するという方法をとってもよい。たとえば、 $\alpha = 1.1$ と $\alpha = 1.3$ の時だけ上述した計算を行なう。そして、 $\text{cout} / \text{average}$ と $\text{max_buffer} / \text{average}$ との積を計算し、その平均値を算出する。 α を変化させた時の、 $\text{max_buffer} / \text{average}$ の値は、積の平均値/ α で推定する。実際に計算すると、上述した計算を何度も行なうことになり時間がかかるので、この補間の方法は有益である。
- [0129] 図20に示すトレードオフ曲線から、帯域を確保して伝送すべきデータかどうかを判断する。判断する基準として2つの要素を考慮しなければならない。
- [0130] 1つ目は、要求する帯域の上限である。帯域を確保して伝送することで、媒体の使用効率を高めることを考えると、ビットレートの平均値と比べてあまりに過剰な帯域を要求することに意味はない。帯域を確保して伝送することで、媒体の使用効率がかえって悪くなってはいけない。したがって、 $\text{cout} / \text{average}$ の上限は自然と決まることになる。これは、媒体の伝送方式や媒体アクセスコントローラの実装に依存すると考えられる。本実施の形態においては、 $\text{cout} / \text{average}$ の上限を1.2とする(図20の1点鎖線)。
- [0131] 2つ目は、バッファの容量と遅延との問題である。バッファにデータを蓄積して伝送

するということは、その分だけ遅延が発生する。 $\text{max_buffer} / \text{average} \times \text{単位時間}$ は、バッファで待たされる最大遅延時間を表している。したがって、最大遅延時間は妥当なものでなければならない。本実施の形態においては、最大遅延時間を100msとする。単位時間を20msとしているので、 $\text{max_buffer} / \text{average}$ の上限を5.0と設定する(図20の点線)。また、実際にバッファの容量が確保できるかどうか確認することも必要である。バッファの容量は、 max_buffer で与えられる。

- [0132] これらの2つの上限をトレードオフ曲線に重ねる。図20においては、 $\text{cout} / \text{average}$ の上限を1点鎖線で、 $\text{max_buffer} / \text{average}$ の上限を点線で示す。トレードオフ曲線が1点鎖線と点線とで囲まれた領域内に存在すれば、すなわち、2つの上限の制約条件を同時に満足する点があれば、帯域を確保して伝送すべきデータであると判断する。実際には、まず cout を上限にまで設定して、 max_buffer を計算する。 max_buffer が上限を超えていれば、ストリームデータではないと判断する。 max_buffer が上限におさまっていれば、ストリームデータであると判断し、最適な点を調べるためトレードオフ曲線を計算する。
- [0133] 一般的なストリームデータであれば、図20に示すトレードオフ曲線のように、縦軸、横軸とも妥当な範囲に収まる。逆に、バースト性を持つトラフィックについてのトレードオフ曲線を描くと、縦軸または横軸が妥当な範囲に収まらない(たとえば、 $\text{max_buffer} / \text{average}$ が100を超える等)。以上の事実は、シミュレーションすると明らかであるが、机上の推論でも容易に理解できる。
- [0134] 帯域を確保して伝送すべきデータであると判断されれば、2つの上限の制約条件を同時に満足するいずれか1点を取り出し、必要なバッファ容量を計算する。必要なバッファ容量は、 max_buffer に比例定数 k ($k > 1$) を乗じたものとする。
- [0135] ストリームデータ判断部106'は、パケット分類器109に必要なバッファ容量を確保するように要求する。パケット分類器109が必要なバッファ容量の確保に成功すれば、ストリームデータ判断部106'は、帯域を要求するよう帯域要求コマンド生成部107に通知する。
- [0136] 帯域要求コマンド生成部107は、帯域制御装置2に対して帯域要求コマンドを発行する。帯域要求コマンド生成部107は、帯域制御装置2から受け入れ可能のメッセー

ジを受けると、パケット分類器ルール記憶部108に、パケットヘッダとストリームIDとを通知し、合わせてフローが必要なバッファ容量も通知する。バッファ容量は、VBR用バッファ110のためのものである。

- [0137] パケット分類器109は、パケットが到着するごとに、パケット分類器ルール記憶部108に保存されているルールを順に適用する。パケットヘッダが条件に一致していれば、ストリームデータであると判断してMD_ISOを介してデータ伝送するが(インクロナス伝送)、バッファ容量が指定されていれば、VBR用バッファ110を介して伝送路に流れるデータのビットレートを調整する。
- [0138] 次に、トレードオフ曲線上で、2つの上限の制約条件を同時に満足する点のうち、どの点を選ぶべきかについて説明する。
- [0139] 図21は、トレードオフ曲線上の最適な点の抽出方法の一例を示す図である。抽出方法として3つ考えられる。できるだけ要求する帯域を少なくさせることを重要視すると、図21のAが最適な点となる。
- [0140] また、できるだけバッファ容量を少なく(遅延を少なく)させることを重要視すると、図21のBが最適な点となる。
- [0141] また、トータルのコストを最小とする考え方もある。伝送路の帯域のコストを C_α 、バッファ容量(遅延)のコストを C_β とする。 $C_\alpha \cdot \alpha + C_\beta \cdot \beta$ が最小となる点を選ぶ。伝送路の帯域のコストがバッファ容量(遅延)のコストと比べて非常に高い場合($C_\alpha \gg C_\beta$ のとき)、図21のAが最適な点となる。
- [0142] バッファ容量(遅延)のコストが伝送路の帯域のコストと比べて非常に高い場合($C_\beta \gg C_\alpha$ のとき)、図21のBが最適な点となる。それ以外の時、図21のCが最適な点となる。傾き $-C_\alpha / C_\beta$ の直線がトレードオフ曲線と接する点を求めることにより、最適な点を求めることができる。
- [0143] どちらを優先するかは、媒体の特性やシステムの実装によって異なるので、最適な点を調整できるようにしておくといよい。2つの上限、すなわち要求する帯域の上限と、バッファの容量(遅延の上限)とをパラメータとして与えられるようにする。また、コスト係数もパラメータとして与えられるようにする。
- [0144] ここでいうコストとは概念的なものとして導入されたもので、一般的に使われるコスト

の意味に限定されるものではない。要求する帯域とバッファの容量(遅延)とのトレードオフの関係において、最適な点を選ぶために利用されるべきものである。

- [0145] 以上説明したように、本実施の形態における伝送装置によれば、VBR用バッファ110によってデータのビットレートの変動を吸収し、ストリームデータ判断部106'が、要求する帯域と必要なバッファの容量との関係から帯域を確保して伝送すべきデータであるか否かを判断するようにしたので、アプリケーションから伝送条件の指定がない場合でも、必要に応じて帯域を予約することが可能となった。
- [0146] また、伝送路の帯域のコストとバッファ容量のコストとから、要求する帯域と必要なバッファの容量とを決定するようにしたので、トータルのコストが最小となるように帯域要求および必要なバッファ容量の確保を行なうことが可能となった。
- [0147] 以上が本発明における実施の形態の説明であるが、帯域を確保して伝送を始めた後も当該パケット群のビットレートの測定を続け、第1の実施の形態のストリームデータ判断部106および第2の実施の形態のストリームデータ判断部106'でストリームデータの判断に必要な計算を続けるものとする。当該パケット群のビットレートの特性が変化していないか否かを確認して、変化していればそれに応じた処理を行なう。以下の3つの場合が考えられる。
- [0148] 1つ目は、当該パケット群が所定の時間観測されなくなった場合である。ストリームデータ判断部106(106')は、帯域要求コマンド生成部107に、当該パケット群のために確保している帯域を解放するよう通知する。帯域要求コマンド生成部107は、帯域解放の通知を受けると、まずパケット分類器ルール記憶部108に対して、当該パケット群のパケットヘッダとストリームIDとの組を削除する。次に、MACマネジメント・エンティティ131を介して、帯域制御装置に帯域解放コマンドを発行して、その返答を受信する。帯域解放コマンドの返答は常に成功であると期待できる。
- [0149] 2つ目は、当該パケット群のビットレートの特性が変動し、ストリームデータ判断部106(106')が当該パケット群を依然としてストリームデータであると判断した場合である。ストリームデータ判断部106(106')は、帯域変更が必要かどうかを判断し、帯域変更が必要と判断されればQoSパラメータを生成し、帯域要求コマンド生成部107に、当該パケット群のために確保している帯域を最新の値に変更するよう通知する。帯域

変更が必要の場合とは、例えば直近のビットレート測定単位時間で測定したビットレートの平均値が、現在使用している帯域のビットレートと比べて10%以上大きい場合などとする。帯域要求コマンド生成部107は、帯域変更の通知を受けると、MACマネジメント・エンティティ131を介して、帯域制御装置に帯域変更コマンドを発行して、その返答を受信する。帯域変更コマンドの返答が成功ならば、イソクロナス伝送を継続する。帯域変更コマンドの返答が失敗ならば、ストリームデータ判断部106(106')は、イソクロナス伝送を継続するのは不可であると判断し、帯域要求コマンド生成部107に、当該パケット群のために確保している帯域を解放するよう通知する。以降の処理は先に記載した通りである。ストリームデータ判断部106(106')は、帯域変更が必要ないと判断されれば、イソクロナス伝送を継続する。

[0150] 3つ目は、当該パケット群のビットレートの特性が変動し、ストリームデータ判断部106(106')が当該パケット群をもはやストリームデータではないと判断した場合である。ストリームデータではないという判断は、第1の実施の形態及び第2の実施の形態に記載の方法でもよいし、また、一度帯域を確保して伝送し始めたパケット群について、それ以降のストリームデータの判断方法を調整してもよい。例えば、第1の実施の形態において、変動係数のしきい値を調整してもよい。ストリームデータ判断部106(106')は、当該パケット群がもはやストリームデータではないと判断した場合、帯域要求コマンド生成部107に、当該パケット群のために確保している帯域を解放するよう通知する。以降の処理は先に記載した通りである。

[0151] 今回開示された実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

請求の範囲

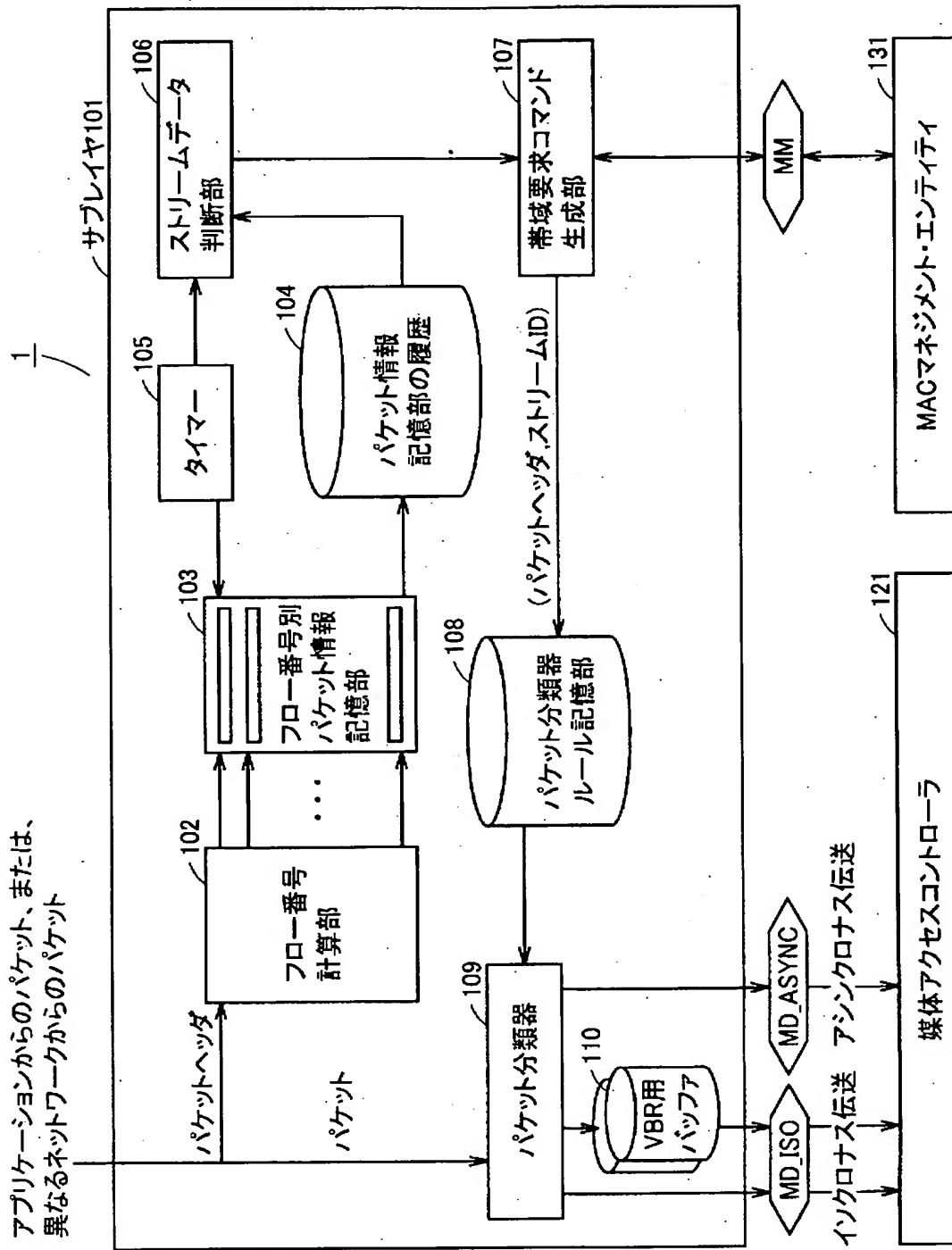
- [1] 所定の品質を確保して通信を行なう伝送装置であって、
伝送するデータの packets を packet ヘッドごとに分類する分類部(102)と、
前記分類部(102)による分類結果に応じて、同じ packet ヘッドを有する packets の
集合を packet 群として管理し、該 packet 群のビットレートに応じて、帯域を確保して
伝送すべきか否かを判断する判断部(106)と、
前記判断部(106)によって帯域を確保して伝送すべきであると判断された packet
群の帯域予約を帯域制御装置に要求する要求部(107)とを含む、伝送装置。
- [2] 前記判断部(106)は、前記 packet 群の所定の単位時間あたりのビットレートを測
定する測定部(141)と、
前記測定部(141)による測定結果から直前の所定のデータ数を対象としてビットレ
ートのばらつきを表すパラメータを計算する計算部(142)と、
前記計算部(142)によって計算されたパラメータが予め設定された値以下ならば、
当該 packet 群を帯域を確保して伝送すべき packet 群であると判断する packet 判断
部(143)とを含む、請求の範囲第1項記載の伝送装置。
- [3] 前記計算部(142)は、計算したパラメータが予め設定された値より大きい場合、計
算の対象とするデータ数を増やして、当該パラメータを再計算し、
前記 packet 判断部(143)は、前記再計算されたパラメータの値が予め設定された
値以下ならば、当該 packet 群を帯域を確保して伝送すべき packet 群であると判断
する、請求の範囲第2項記載の伝送装置。
- [4] 前記計算部(142)は、対象とするデータ数を順次増やしながら、当該パラメータが
予め設定された値以下になるか、前記対象とするデータ数が予め決められた最大と
なるまで、当該パラメータの計算を繰返す、請求の範囲第2項記載の伝送装置。
- [5] 所定の品質を確保して通信を行なう伝送装置であって、
伝送するデータの packets を packet ヘッドごとに分類する分類部(102)と、
前記分類部(102)による分類結果に応じて、同じ packet ヘッドを有する packets の
集合を packet 群として管理し、該 packet 群の帯域を確保して伝送すべきか否かを
判断する判断部(106)と、

パケット群の帯域予約を帯域制御装置に要求する要求部(107)とを含み、

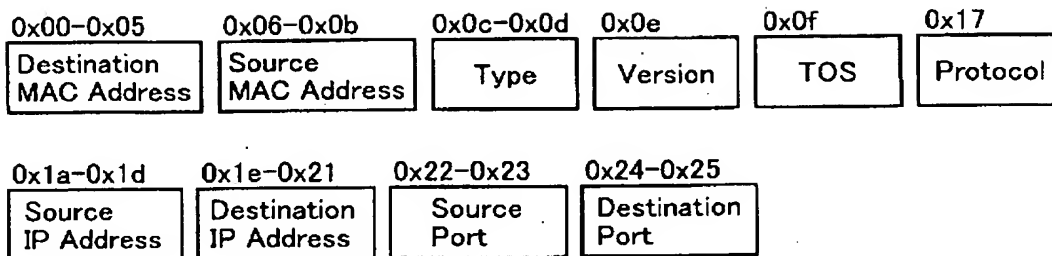
前記判断部(106)は、特定の帯域でパケット群を送信したときに必要となるバッファ容量を計算し、該計算を帯域を変えて行ない、必要とする帯域と必要となるバッファ容量との関係を導出し、該関係から帯域を確保して伝送すべきパケット群であるか否かを判定する、伝送装置。

- [6] 前記判断部(106)は、要求する帯域ごとに必要となるバッファ容量の最大値を抽出し、要求する帯域と必要となるバッファ容量の最大値との関係を表わすグラフが所定領域内にあるか否かによって帯域を確保して伝送すべきパケット群であるか否かを判定する、請求の範囲第5項記載の伝送装置。
- [7] 前記判断部(106)は、前記所定領域内にある帯域を前記要求部(107)に要求させ、前記所定領域内にあるバッファ容量の最大値を確保するようバッファ部(110)に要求する、請求の範囲第6項記載の伝送装置。
- [8] 前記判断部(106)は、帯域を確保するために必要なコストとバッファ容量のコストとに基づいて、トータルのコストが最小となるように要求すべき帯域と確保すべきバッファ容量とを決定する、請求の範囲第7項記載の伝送装置。
- [9] 前記判断部(106)が、一度帯域を確保して伝送すべきと判断したパケット群が所定の時間観測されず、もはや帯域を確保する必要がないと判断した場合、前記要求部(107)は、当該パケット群のために確保している帯域を解放することを前記帯域制御装置に要求する、請求の範囲第1項記載の伝送装置。
- [10] 前記判断部(106)が、一度帯域を確保して伝送すべきと判断したパケット群のビットレートに所定の基準以上の変化があった場合、前記要求部(107)は、当該パケット群のために確保している帯域のビットレートを最新の値に変更することを前記帯域制御装置に要求する、請求の範囲第1項記載の伝送装置。
- [11] 前記判断部(106)が、一度帯域を確保して伝送すべきと判断したパケット群のビットレートに所定の基準以上の変化があった場合、前記要求部(107)は、当該パケット群のために確保している帯域を解放することを前記帯域制御装置に要求する、請求の範囲第1項記載の伝送装置。

[図1]



[図2]



[図3A]

```

byte[] head; //パケットヘッダを格納する
public int hashCode()
{
    int h = 0;
    for(int i = 0; i < head.length; i++){
        h = 37 * h + (head[i] & 0xff);
    }
    return h;
}

```

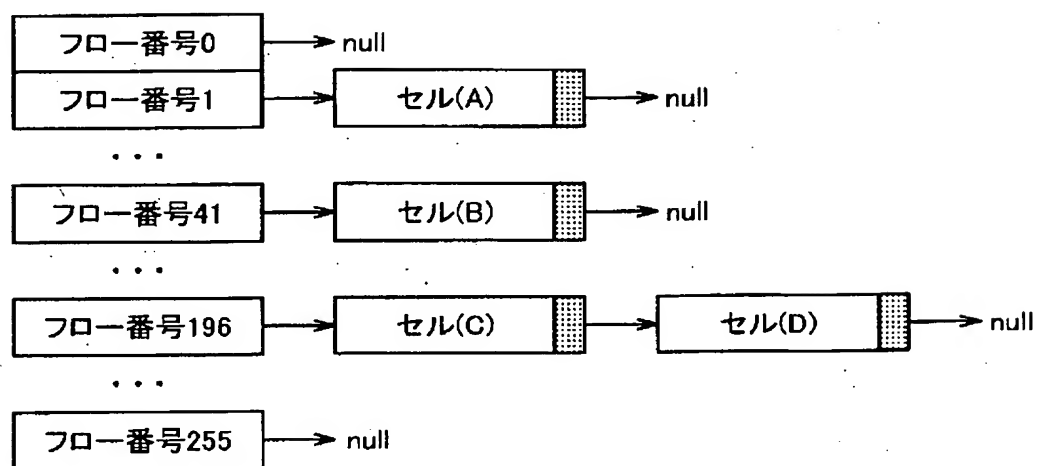
[図3B]

```

public int flownum()
{
    //ハッシュコードの下位8ビット
    return hashCode() & 0xff;
}

```

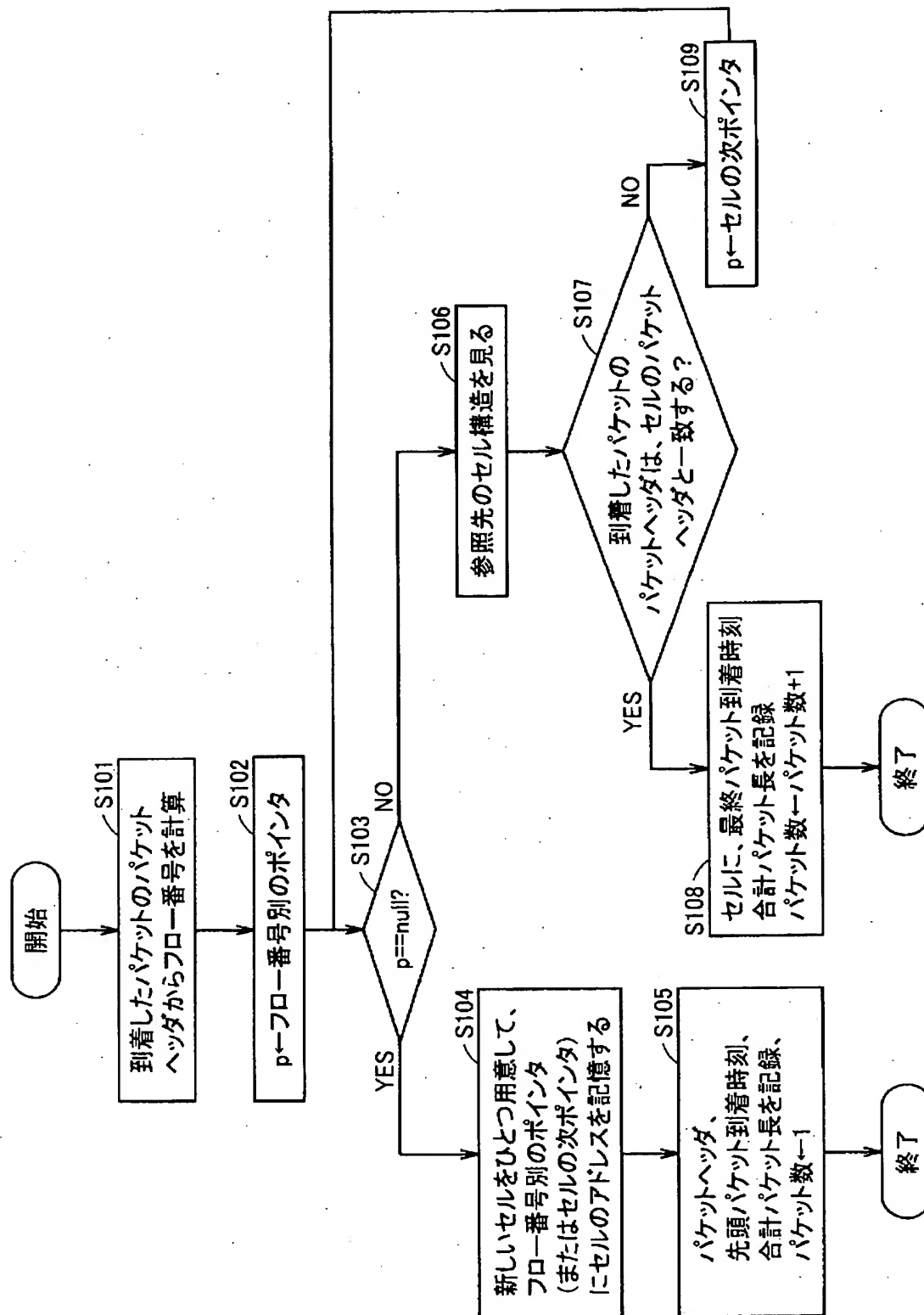

[図4]



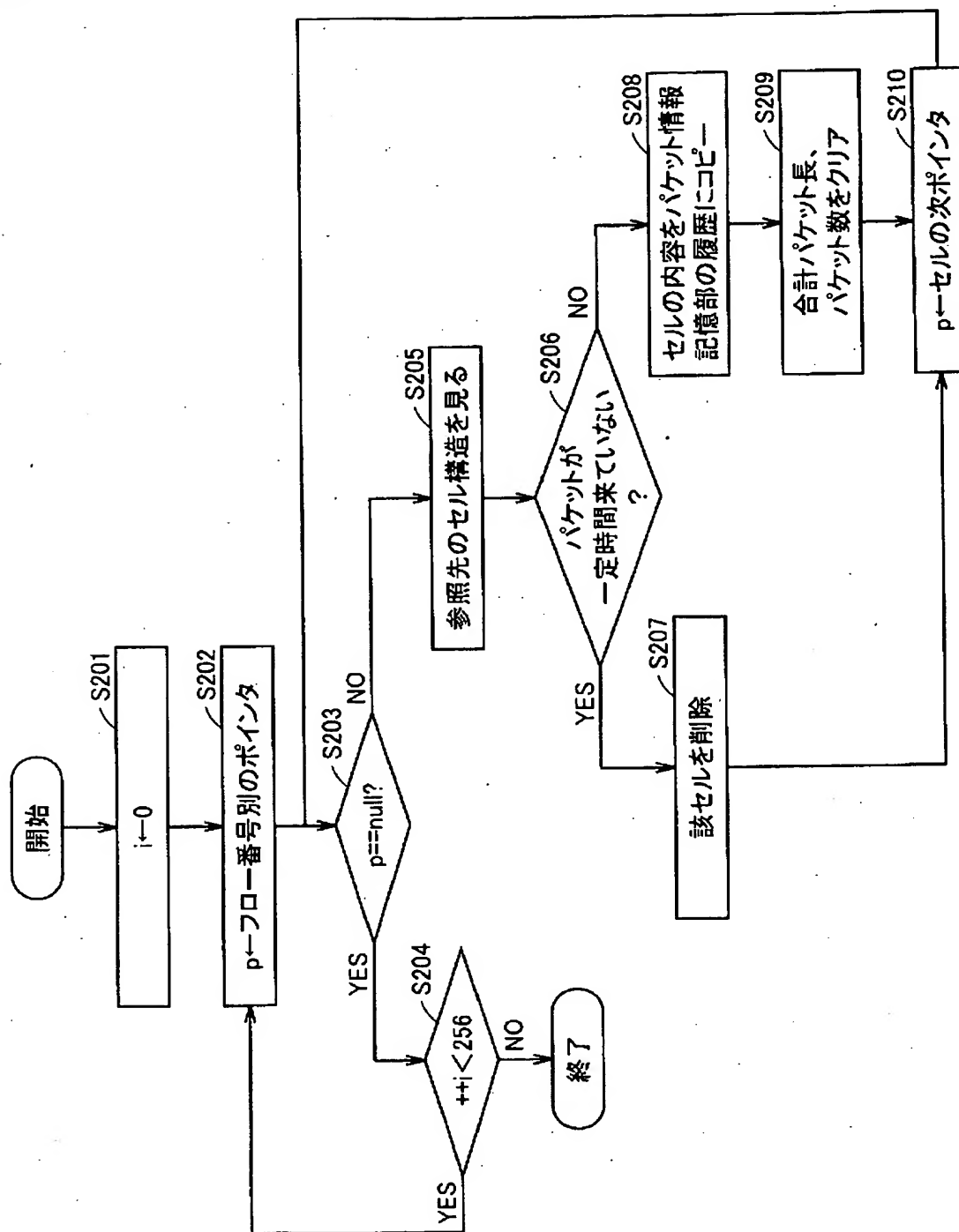
[図5]

パケットヘッダ	先頭パケット 到着時間	最終パケット 到着時間	合計パケット長	パケット数	次ポインタ
---------	----------------	----------------	---------	-------	-------

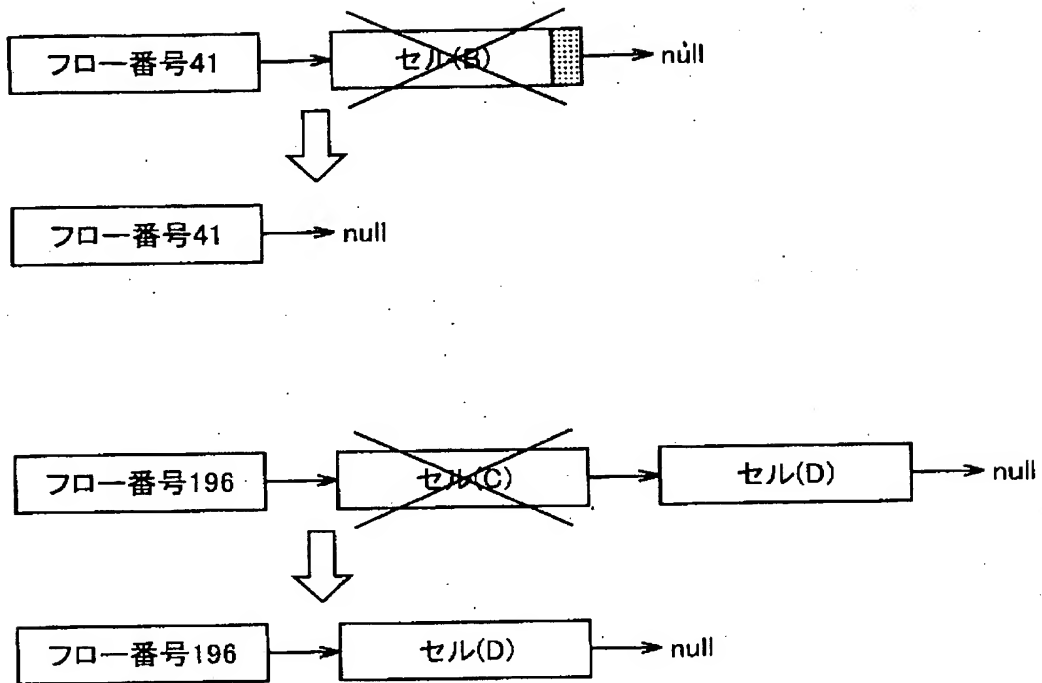
[図6]



[図7]

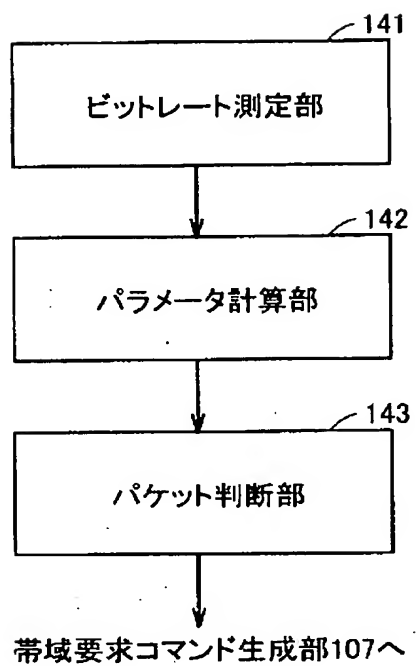


[図8]



time(ms)	F3	F4
20	0	1209600
40	0	4838400
60	0	4233600
80	0	5443200
100	8335	6048000
120	0	5443200
140	0	8467200
160	8335	4838400
180	8335	4233600
200	0	6048000
220	0	5443200
240	0	4838400
260	0	4838400
280	0	5443200
300	0	5443200
320	0	4838400
340	8335	4838400
360	0	5443200
380	0	2419200
400	8335	7257600
420	0	4838400
440	8335	5443200
460	0	4838400
480	0	4233600
500	5872	6048000
520	2463	4838400
540	5872	3024000
560	2463	7862400
580	0	3628800
600	0	6048000
3760	8389	5443200
3780	0	4838400
3800	0	5443200
3820	0	3628800
3840	0	6652800
3860	0	4838400
3880	8335	4838400
3900	0	5443200
3920	8335	3628800
3940	0	6048000
3960	0	5443200
3980	8335	5443200
4000	0	4838400

[図10]



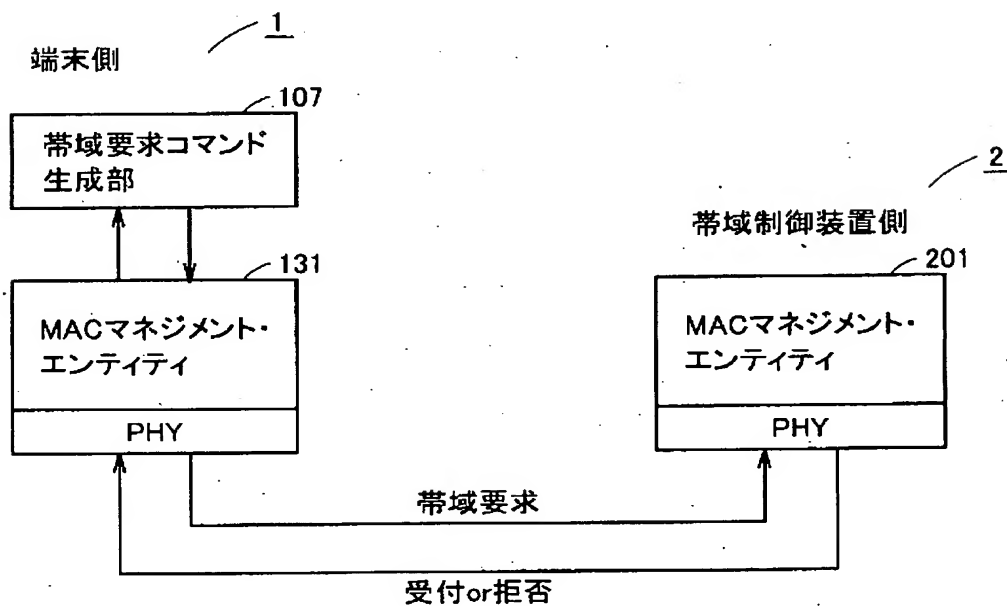
[図11A]

F3	平均値	2587.925
	標準偏差	3300.3898193054406
	変動係数	1.2753035035039424
	最大値/平均値	3.2415931682718777

[図11B]

F4	平均値	5092416.0
	標準偏差	1135285.4794033086
	変動係数	0.2229365156741532
	最大値/平均値	1.66270783847981

[図12]



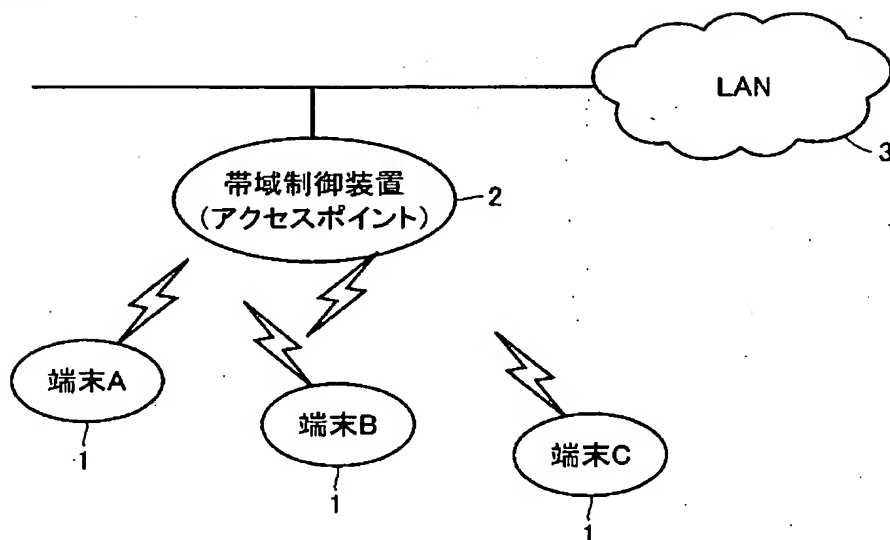
[図13]

パケットヘッダ	ストリームID	優先度 (オプション)	バッファ容量 (オプション)

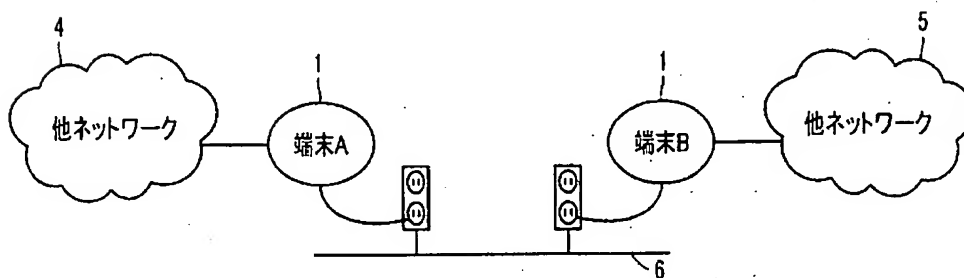
...

--	--	--	--

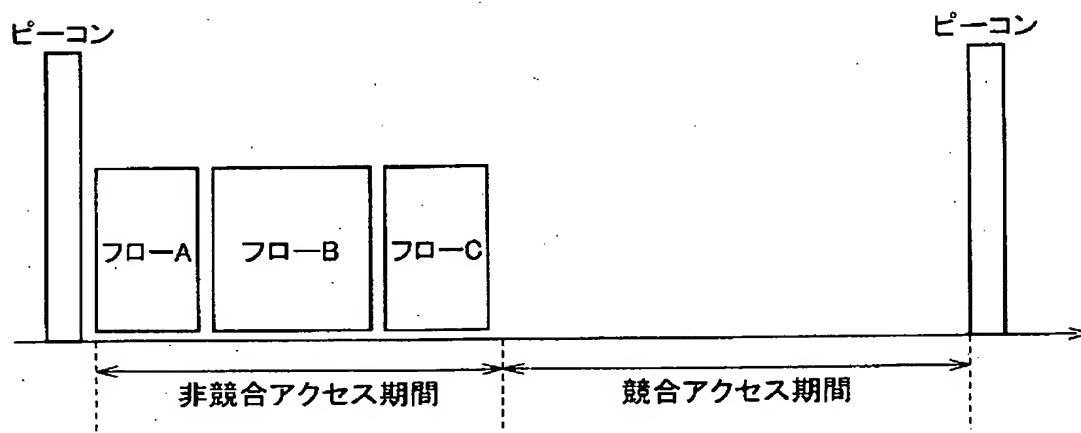
[図14A]



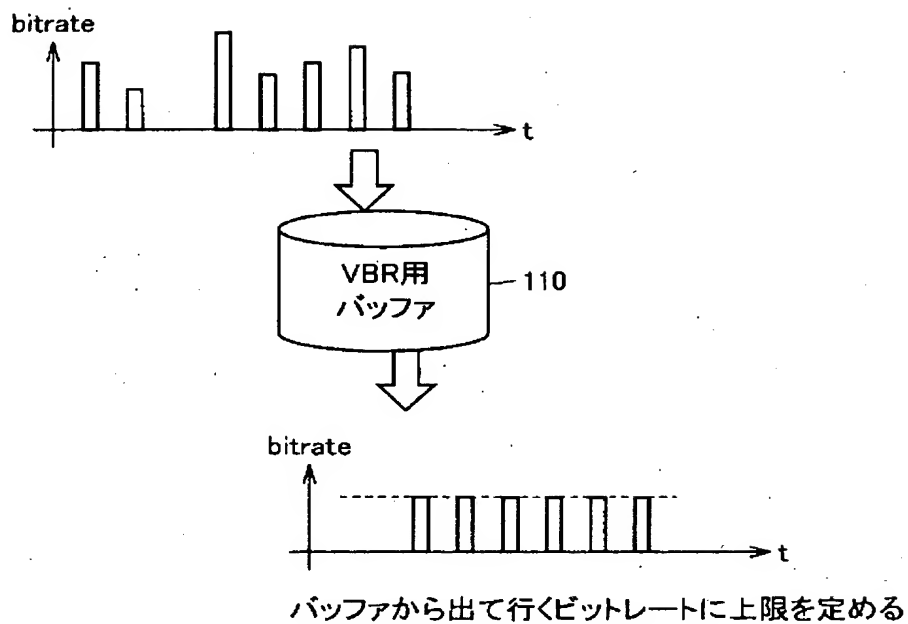
[図14B]



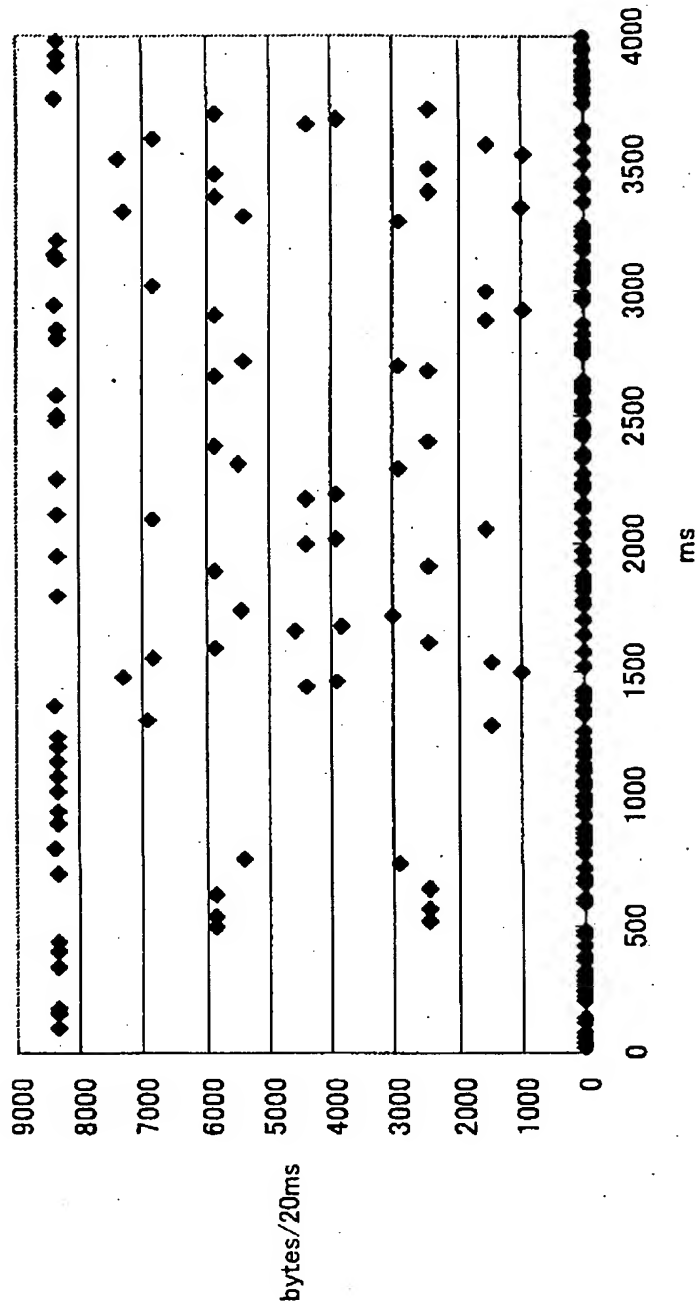
[図15]



[図16]



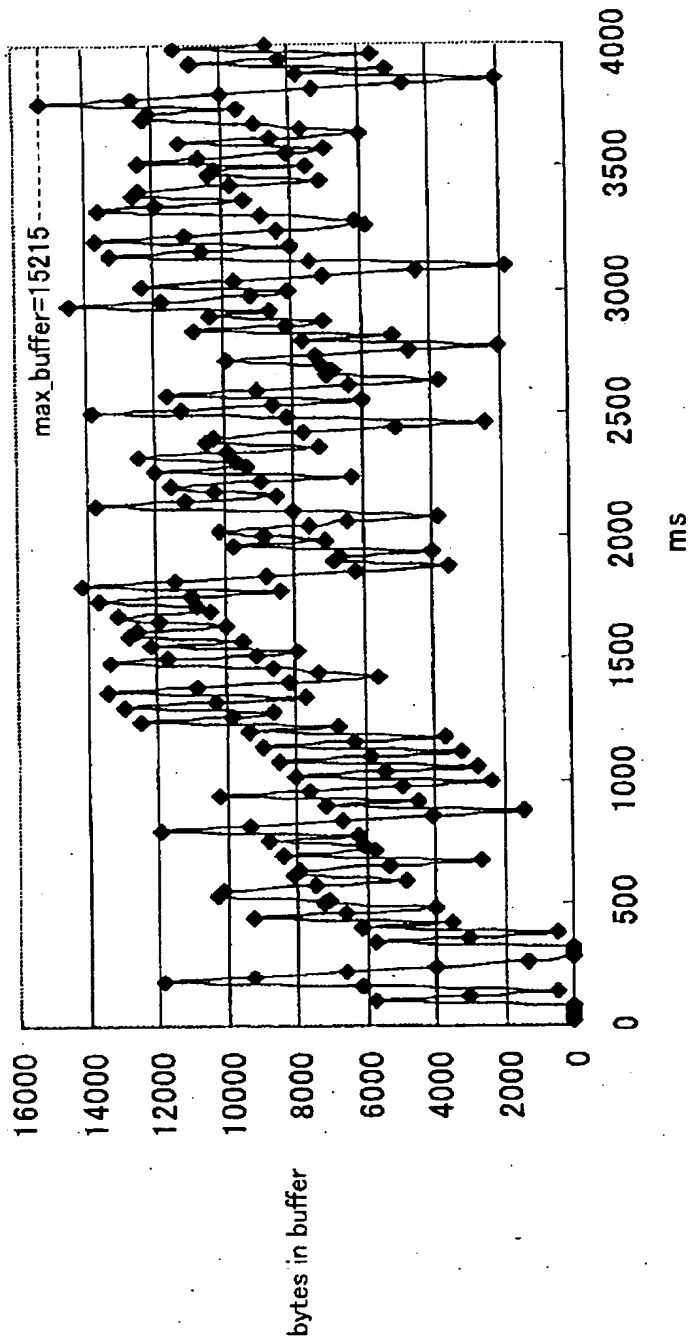
[図17]



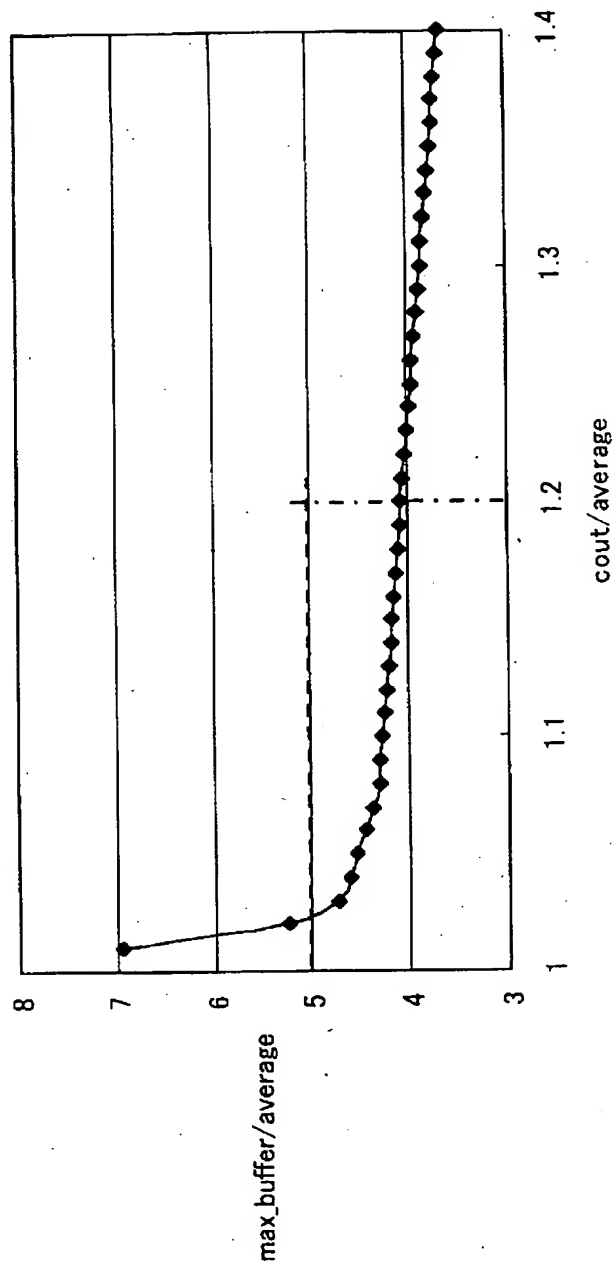
[図18]

time(ms)	in(bytes)	out(bytes)	buffer(byte)
20	0	0	0
40	0	0	0
60	0	0	0
80	0	0	0
100	8335	2630	5705
120	0	2630	3075
140	0	2630	445
160	8335	2630	6150
180	8335	2630	11855
200	0	2630	9225
220	0	2630	6595
240	0	2630	3965
260	0	2630	1335
280	0	1335	0
300	0	0	0
320	0	0	0
340	8335	2630	5705
360	0	2630	3075
380	0	2630	445
400	8335	2630	6150
420	0	2630	3520
440	8335	2630	9225
460	0	2630	6595
480	0	2630	3965
500	5872	2630	7207
520	2463	2630	7040
540	5872	2630	10282
560	2463	2630	10115
580	0	2630	7485
600	0	2630	4855
3760	8389	2630	15215
3780	0	2630	12585
3800	0	2630	9955
3820	0	2630	7325
3840	0	2630	4695
3860	0	2630	2065
3880	8335	2630	7770
3900	0	2630	5140
3920	8335	2630	10845
3940	0	2630	8215
3960	0	2630	5585
3980	8335	2630	11290
4000	0	2630	8660

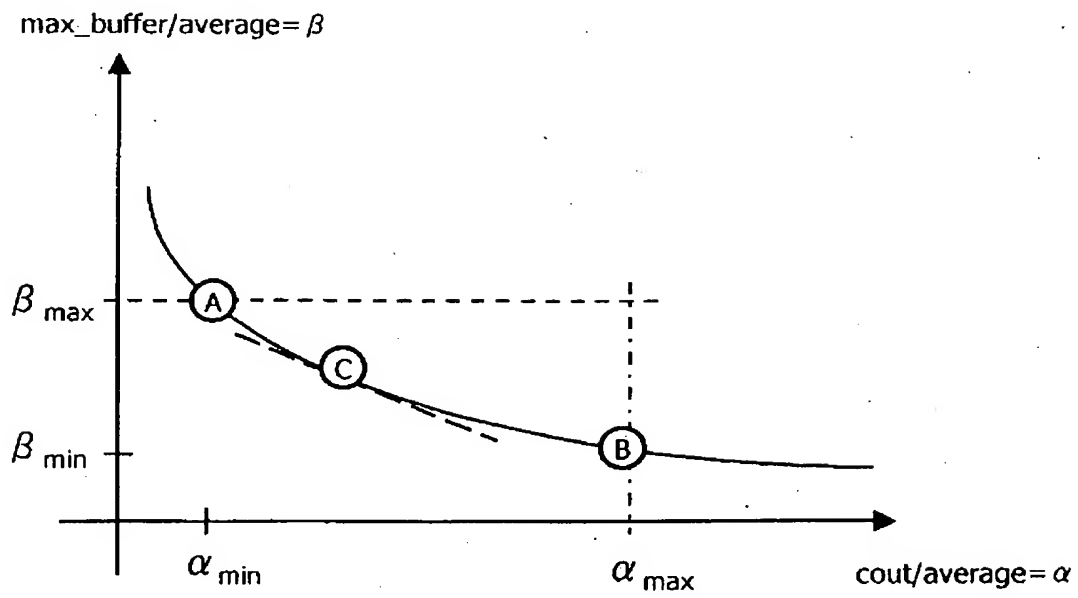
[図19]



[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2005/002258

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H04L12/28, 12/56, H04Q7/38

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H04L12/28, 12/56, H04Q7/38

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2003-283499 A (Seiko Epson Corp.), 03 October, 2003 (03.10.03), All pages; Figs. 1 to 30 & US 2003-204660 A1	1, 9-11 2-8
Y A	JP 2000-134278 A (Samsung Electronics Co., Ltd.), 12 May, 2000 (12.05.00), All pages; Figs. 1 to 5 & US 6701371 B1 & GB 2343345 A & CN 1248119 A	1, 9-11 2-8
A	JP 2002-124981 A (Sharp Corp.), 26 April, 2002 (26.04.02), Full text; Figs. 1 to 16 & US 2002-0048258 A1	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 April, 2005 (22.04.05)

Date of mailing of the international search report
17 May, 2005 (17.05.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.